

0318082-ZZZ

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-050709

(43)Date of publication of application : 19.02.1992

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

G06F 15/62

H01L 21/027

H01L 21/78

(21)Application number : 02-160800

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 19.06.1990

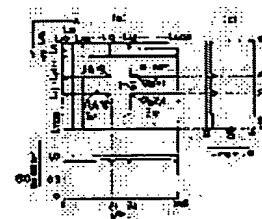
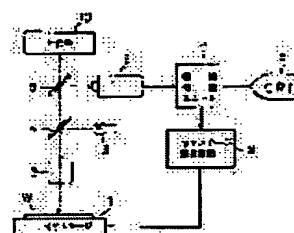
(72)Inventor : SAIDA MASAKAZU

## (54) POSITION DETECTING METHOD FOR SCRIBING LINE CROSSING AREA

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enable position detection for a variety of substrates by regarding a coordinate position, based upon coordinate values of two integral values which are judged to match scribing line widths in an X and a Y direction, as the position of the angle in the crossing area of the scribing lines.

CONSTITUTION: An enlarged gradational image of the scribing line crossing area of a substrate W which is picked up by a television camera 6 is inputted to an image processing unit 7. The image which is inputted to the unit 7 is an image which is photographed through a downward lighting microscopy optical system, so the gradation value of the edges of the scribing lines on the substrate W is small. Then the edges of the scribing lines slant to the substrate surface because of a step due to the high-low difference between the areas of the scribing lines on the substrate surface and a pattern area. Therefore, light which is projected from an objective 2 and irradiates the substrate W is reflected off the entrance pupil of the lens 2, so that the light does not reach the camera 6.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-50709

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成4年(1992)2月19日

G 01 B 11/00  
G 06 F 15/62  
H 01 L 21/027  
21/78

4 0 5 H 7625-2F  
C 8419-5L  
L 6940-4M  
7352-4M

H 01 L 21/30 3 1 1 B

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全14頁)

⑮ 発明の名称 スクライブライン交差領域の位置検出方法

⑯ 特 願 平2-160800

⑰ 出 願 平2(1990)6月19日

⑱ 発 明 者 齋 田 政 和 京都府京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日本スクリーン製造株式会社洛西工場内  
⑲ 出 願 人 大日本スクリーン製造 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番  
株 式 有 限 公 司 地 の 1  
⑳ 代 理 人 弁 理 士 杉 谷 勉

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

スクライブライン交差領域の位置検出方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 落射顕微光学系によって拡大撮像した基板表面のスクライブライン交差領域の多階調画像データに対してスクライブラインに沿って直交するX、Y方向の各画素列について、順に階調値の積分処理を行う積分処理過程と、

前記積分処理で得られたX、Y方向の積分値群の中から、最小側の2つの積分値をそれぞれ検出する最小値検出過程と、

X、Y方向についてそれぞれ検出された2つの積分値に対応する座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ から、X方向間隔とY方向間隔をそれぞれ算出する間隔算出過程と、

前記算出されたX、Y方向間隔が、それぞれ予め定められたスクライブライン幅と合致するかどうかを判断する判断過程と、

を備え、

X、Y方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された2つの積分値の座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ に基づき座標位置 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ をスクライブラインの交差領域の角の位置とすることを特徴とするスクライブライン交差領域の位置検出方法。

(2) 落射顕微光学系によって拡大撮像した基板表面のスクライブライン交差領域の多階調画像データに対してスクライブラインに沿って直交するX、Y方向の各画素列について、順に階調値の積分処理を行う積分処理過程と、

前記積分処理で得られたX、Y方向の積分値に対してそれぞれ微分処理を施す微分処理過程と、

X、Y方向についてそれぞれ得られた微分処理の結果から、X、Y方向についてそれぞれ2つの変曲点を算出する変曲点算出過程と、

前記算出されたX、Y方向のそれぞれ2つの変曲点に対応する座標値から、X方向間隔とY方向間隔とを算出する間隔算出過程と、

前記算出された $X$ 、 $Y$ 方向間隔が、それぞれ予め定められたスクライブライン幅と合致するかどうかを判断する判断過程と、

を備え、

$X$ 、 $Y$ 方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された2つの変曲点の座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ に基づく座標位置 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ をスクライブラインの交差領域の角の位置とすることを特徴とするスクライブライン交差領域の位置検出方法。

(3) 落射顕微光学系によって拡大撮像した基板表面のスクライブライン交差領域の多階調画像データに対してスクライブラインに沿って直交する $X$ 、 $Y$ 方向の各画素列について、順に階調値の積分処理を行う積分処理過程と、

前記積分処理で得られた $X$ 、 $Y$ 方向の積分値群の中から最小の積分値をそれぞれ検出する最小値検出過程と、

前記算出された $X$ 、 $Y$ 方向の最小積分値に関連

(4) 落射顕微光学系によって拡大撮像した基板表面のスクライブライン交差領域の多階調画像データに対してスクライブラインに沿って直交する $X$ 、 $Y$ 方向の各画素列について、順に階調値の積分処理を行う積分処理過程と、

前記積分処理で得られた $X$ 、 $Y$ 方向の積分値群の中から、最小側の2つの積分値をそれぞれ検出する最小値検出過程と、

$X$ 、 $Y$ 方向についてそれぞれ検出された2つの積分値に対応する座標値から、 $X$ 方向間隔と $Y$ 方向間隔とを算出する間隔算出過程と、

前記算出された $X$ 、 $Y$ 方向間隔が、それぞれ予め定められたスクライブライン幅と合致するかどうかを判断する第1判断過程と、

前記第1判断過程において、両者が合致していない場合に、前記積分処理で得られた $X$ 、 $Y$ 方向の積分値に対してそれぞれ微分処理を施す微分処理過程と、

$X$ 、 $Y$ 方向についてそれぞれ得られた微分処理の結果から、 $X$ 、 $Y$ 方向についてそれぞれ2つの

## 特開平4-50709(2)

して、 $X$ 、 $Y$ 方向に応じた2つの閾値を算出する閾値算出過程と、

前記2つの閾値に基づいて、 $X$ 、 $Y$ 方向の積分値群を2値化処理する2値化処理過程と、

前記 $X$ 、 $Y$ 方向についてそれぞれ2値化された積分値群に基づいて、スクライブラインのエッジに対応する領域内の中心座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ から、 $X$ 方向間隔と $Y$ 方向間隔とを算出する間隔算出過程と、

前記算出された $X$ 、 $Y$ 方向間隔が、それぞれ予め定められたスクライブライン幅と合致するかどうかを判断する判断過程と、

を備え、

$X$ 、 $Y$ 方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された2つの中心座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ に基づく座標位置 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ をスクライブラインの交差領域の角の位置とすることを特徴とするスクライブライン交差領域の位置検出方法。

変曲点を算出する変曲点算出過程と、

前記算出された $X$ 、 $Y$ 方向それぞれの2つの変曲点に対応する座標値から、 $X$ 方向間隔と $Y$ 方向間隔とを算出する間隔算出過程と、

前記算出された $X$ 、 $Y$ 方向間隔が、それぞれ予め定められたスクライブライン幅と合致するかどうかを判断する第2判断過程と、

を備え、

第1判断過程で $X$ 、 $Y$ 方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された2つの積分値の座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ に基づく座標位置 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ または、第2判断過程で $X$ 、 $Y$ 方向について、それぞれ前記スクライブライン幅と合致すると判断された2つの変曲点の座標値 $X_1'$ 、 $X_2'$ 、 $Y_1'$ 、 $Y_2'$ に基づく座標位置 $(X_1', Y_1')$ 、 $(X_2', Y_1')$ 、 $(X_1', Y_2')$ 、 $(X_2', Y_2')$ をスクライブラインの交差領域の角の位置とすることを特徴とするスクライブライン交差領域の位

置換方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### <産業上の利用分野>

本発明は、膜厚測定装置等の各種特性測定装置において、半導体ウエハなどの基板を位置決めするために、基板上に形成されたスクライブラインの交差領域の位置を自動的に検出する方法に関し、特に、基板表面のスクライブラインを撮影した画像から、スクライブラインの交差領域を捜して、その位置を検出する方法に関する。

なお、各種測定装置における基板を位置決めするに際して、スクライブラインの交差領域の位置検出を行うのは、位置決め用の指標として使用するためであり、スクライブラインを利用することによって、基板上に位置決め用マーク等を形成しておくことを不要にするためである。

#### <従来の技術>

基板表面のスクライブラインを撮影した画像から、スクライブラインの交差領域の位置を検出するには、前段として画像の中からスクライブライ

ラインが抽出された2値化画像に基づいて、スクライブライン交差領域の位置検出方法の後段をなす交差領域の位置を検出することがなされる。例えば、スクライブラインが抽出された2値化画像に対して、適宜パターン認識等の画像処理の手法を駆使してスクライブラインの交差領域を特定し、その位置の検出がなされる。なお、検出されたスクライブラインの交差領域の位置から、交差領域の中央の位置または、そこから所定の位置関係にある図示しないTEG（検査用モニタ素子群：Test Element Group）等に対して膜厚測定や、各種の電気特性などの測定がなされる。

#### <発明が解決しようとする課題>

しかしながら、上述したようなモード法を用いた2値化処理によるスクライブラインの検出方法に、次のような問題点がある。

すなわち、前記2値化処理は、基板表面を撮影した画像において、スクライブラインの領域はスクライブラインに特有の或る階調値であり、スクライブライン以外の領域（主として回路パターン

### 特開平4-50709(3)

ンの領域を検出することと、後段としてスクライブライン交差領域の位置を検出することの2工程が必要であるが、従来、その前段をなすスクライブラインの検出方法として、いわゆる2値化処理と称される方法が知られている。

この方法は、基板表面を撮影した多階調画像を、モード法と呼ばれる手法で設定した階調値を閾値に設定して、2値画像に変換することで、画像中のスクライブラインの領域を検出するものである。

以下、第11図および第12図を参照して、前記従来手法を説明する。

第11図は基板表面の一部（スクライブラインが交差した領域）の拡大画像であり、図中、SXはX方向のスクライブライン、SYはY方向のスクライブラインである。

いわゆるモード法は、第11図のような画像の階調値ヒストグラムが第12図に示すような双峰性を示す場合に、ピーク間の谷部分に閾値THを設定し、これによって画像を2値化処理するものである。このようにして得られたスクライブ

が形成される領域なので以下、「パターン領域」と称する）はスクライブラインとは異なる特有の階調値を取り、第12図に示すように双峰性を示す階調値ヒストグラムの状態にあることを前提としている。

しかし、半導体製造の各工程ごとに基板は、その表面の状態が、多種多様な様相を呈しており、全ての基板が、かかる前提に合致するのでは無く、前記方法では、スクライブラインを検出するのが困難なことが多々ある。

例えば、パターン領域に或る種の膜しか形成されていないで、パターン領域とスクライブラインの領域とで反射光の強度がほとんど同じような場合、その階調値ヒストグラムは、第13図(a)に示すような単峰性を示す。また、半導体製造の取る段階では、パターン領域中の様々な場所ごとに種々異なる膜が形成され、その階調値ヒストグラムは、第13図(b)に示すような3つ以上の峰を示す。

そのため、従来法によれば、閾値の設定が困難になり、2値化処理そのものができないために、

## 特開平4-50709(4)

スクライブラインの検出が困難でスクライブラインの交差領域の位置検出が不能になることが多いという問題点がある。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、多様な基板に対して適用可能なスクライブラインの交差領域の位置検出方法を提供することを目的としている。

<課題を解決するための手段>

本発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

(1) 第1の発明に係るスクライブラインの検出方法は、照射顕微光学系によって拡大撮像した基板表面のスクライブライン交差領域の多階調画像データに対してスクライブラインに沿って直交するX、Y方向の各画素列について、順に階調値の積分処理を行う積分処理過程と、

前記積分処理で得られたX、Y方向の積分値群の中から、最小側の2つ積分値をそれぞれ検出する最小値検出過程と、

X、Y方向についてそれぞれ検出された2つの

曲点に対応する座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ から、X方向間隔とY方向間隔とを算出する間隔算出過程に加え、

前記算出されたX、Y方向間隔について、第1の発明と同様の判断を行う判断過程とを備えたものであり、

X、Y方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された2つの変曲点の座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ に基づく座標位置 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ をスクライブラインの交差領域の角の位置とするものである。

(3) 第3の発明に係るスクライブラインの検出方法は、上記の積分処理で得られたX、Y方向の積分値群の中から最小の積分値をそれぞれ検出する最小値検出過程と、

前記算出されたX、Y方向の最小積分値に関連して、X、Y方向に応じた2つの閾値を算出する閾値算出過程と、

前記2つの閾値に基づいて、X、Y方向の積分

積分値に対応する座標値から、X方向間隔とY方向間隔をそれぞれ算出する間隔算出過程と、

前記算出されたX、Y方向間隔が、それぞれ予め定められたスクライブライン幅と合致するかどうかを判断する判断過程と、

を備え、

X、Y方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された2つの積分値の座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ に基づく座標位置 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ をスクライブラインの交差領域の角の位置とするものである。

(2) 第2の発明に係るスクライブラインの検出方法は、上記の積分処理で得られたX、Y方向の積分値に対してそれぞれ微分処理を施す微分処理過程と、

X、Y方向についてそれぞれ得られた微分処理の結果から、X、Y方向についてそれぞれ2つの変曲点を算出する変曲点算出過程と、

前記算出されたX、Y方向のそれぞれ2つの変

値群を2値化処理する2値化処理過程と、

前記X、Y方向についてそれぞれ2値化された積分値群に基づいて、スクライブラインのエッジに対応した領域の中心座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ から、X方向間隔とY方向間隔をそれぞれ算出する間隔算出過程と、

前記算出されたX、Y方向間隔について、第1の発明と同様の判断を行う判断過程とを備えたものであり、

X、Y方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された2つの中心座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ に基づく座標位置 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ をスクライブラインの交差領域の角の位置とするものである。

(4) 第4の発明に係るスクライブラインの検出方法は、第1の発明の主要な構成部分と、第2の発明の主要な構成部分とを兼ね備えたものであり、上記積分処理で得られたX、Y方向の各画素列について、順に階調値の積分処理を行う積分処理過

程と、

前記積分処理過程で得られたX、Y方向の積分値群の中から、最小側の2つの積分値をそれぞれ検出する最小値検出過程と、

X、Y方向についてそれぞれ検出された2つの積分値に対応する座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ から、X方向間隔とY方向間隔とを算出する間隔算出過程と、

前記算出されたX、Y方向間隔が、それぞれ予め定められたスクライブライン幅と合致するかどうかを判断する工程となるからなる第1の発明の主要な構成と同じである第1判断過程と、

前記第1判断過程において、両者が合致していない場合に、前記積分処理で得られたX、Y方向の積分値に対してそれぞれ微分処理を施す微分処理過程と、

X、Y方向についてそれぞれ得られた微分処理の結果から、X、Y方向についてそれぞれ2つの変曲点を算出する変曲点算出過程と、

前記算出されたX、Y方向それぞれの2つの変

<作用>

(1) 第1の発明の作用は次のとおりである。

基板表面においてパターン領域は、半導体回路を構成するように種々の膜が形成され、スクライブラインより1層ないしそれ以上多くの膜を有しているため、スクライブラインのエッジは、パターン領域との高低差による段差のため、基板表面上で傾斜している。

このため、落射顕微光学系で基板を撮影した画像では、基板を照明するのは対物レンズから出射された光に限られ、かかる照明光はスクライブラインのエッジに照射されると、スクライブラインのエッジが傾斜しているが故に、落射顕微光学系の入射瞳の外へ反射してしまうから、この画像においてスクライブラインのエッジ部分の階調(明るさ、光強度)値は小さい。したがって、スクライブライン交差領域の多階調画像データをX、Y方向の各画素列について、順に階調値の積分処理を行うと、スクライブラインのエッジに相当する画素列の積分値は、他の画素列に比較して小さい

## 特開平4-50709 (5)

曲点に対応する座標値 $X_1'$ 、 $X_2'$ 、 $Y_1'$ 、 $Y_2'$ から、X方向間隔とY方向間隔とを算出する間隔算出過程と、

前記算出されたX、Y方向間隔が、それぞれ予め定められたスクライブライン幅と合致するかどうかを判断する工程とからなる第2の発明の主要な構成と同じである第2判断過程と、

を備え、

第1判断過程でX、Y方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された2つの積分値の座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ に基づく座標位置 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ または、第2判断過程でX、Y方向について、それぞれ前記スクライブライン幅と合致すると判断された2つの変曲点の座標値 $X_1'$ 、 $X_2'$ 、 $Y_1'$ 、 $Y_2'$ に基づく座標位置 $(X_1', Y_1')$ 、 $(X_2', Y_1')$ 、 $(X_1', Y_2')$ 、 $(X_2', Y_2')$ をスクライブラインの交差領域の角の位置とするものである。

値をとる。換言すれば、最小側の2つ積分値をそれぞれ検出することによってスクライブラインの2つのエッジが検出される。そして、X、Y方向についてそれぞれ検出された2つの積分値に対応する座標値から、X方向間隔とY方向間隔をそれぞれ算出し、それらが予め定められたスクライブライン幅と合致した場合、X、Y方向におけるそれぞれ前記2つの積分値の座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ は、X、Y方向の各スクライブラインのエッジの座標値であることが確認される。スクライブラインの交差領域の角は、X方向とY方向のスクライブラインのエッジの交点であるから、エッジの交点の座標 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ が、スクライブラインの交差領域の角の位置として検出される。

(2) 第2の発明の作用は次のとおりである。

第2の発明によれば、積分処理で得られたX、Y方向の積分値に対してそれぞれ微分処理を施し、それらの微分値群の中から、X、Y方向について

それぞれ 2 つの変曲点を算出する。これらの変曲点は、スクライブラインのエッジに相当するので、X、Y 方向の 2 つの変曲点に対応する座標値  $X_1, X_2, Y_1, Y_2$  を、それぞれ算出すると、第 1 の発明と同様に、X 方向と Y 方向のスクライブラインのエッジの交点の座標  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_1), (X_1, Y_2), (X_2, Y_2)$  が明らかとなり、その座標が、スクライブラインの交差領域の角の位置として検出される。

(3) 第 3 の発明の作用は次のとおりである。

第 3 の発明によれば、積分処理で得られた X、Y 方向の積分値群の中から最小の積分値をそれぞれ検出し、これらに関連して X、Y 方向に応じた 2 つの閾値を設定する。この 2 つの閾値に基づいて、X、Y 方向の積分値群を 2 値化処理して得られた 2 値化された積分値群に基づいて、スクライブラインのエッジに対応した領域の中心座標値  $X_1, X_2, Y_1, Y_2$  を求める。この中心座標値は、スクライブラインのエッジの座標に相当する。これらの中心座標値  $X_1, X_2, Y_1, Y_2$

$Y_1', Y_2'$  から、X、Y 方向それぞれのスクライブラインのエッジの座標値が明らかとなる。スクライブラインの交差領域の角は、X、Y 方向のスクライブラインのエッジの交点であるから、第 1 判断過程で求めたエッジの交点の座標  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_1), (X_1, Y_2), (X_2, Y_2)$  または、第 2 判断過程で求めたエッジの交点の座標  $(X_1', Y_1'), (X_2', Y_1'), (X_1', Y_2'), (X_2', Y_2')$  が、スクライブラインの交差領域の角の位置として検出される。

#### <実施例>

以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

#### 第 1 実施例

第 1 図は本実施例、さらには後述する各実施例で使用される膜厚測定装置の概略構成を示したブロック図である。ここでは、本発明方法が適用される装置の一例として膜厚測定装置を挙げているが、本発明方法は、スクライブラインの検出を利

用を、それぞれ算出すると、第 1 の発明と同様に、X 方向と Y 方向のスクライブラインのエッジの交点の座標  $(X_1, Y_1), (X_2, Y_1), (X_1, Y_2), (X_2, Y_2)$  が明らかとなり、その座標が、スクライブラインの交差領域の角の位置として検出される。

(4) 第 4 の発明の作用は次のとおりである。

第 4 の発明によれば、最初は第 1 の発明と同様に、最小積分値を検出することに基づいてスクライブラインの検出が行われ、これによつてはスクライブラインが検出されない場合に、さらに感度のよい第 2 の発明を利用して、積分値を微分して変曲点を求めるものであり、すなわち、

第 1 の発明の主要部と同様の第 1 判断過程で、X、Y 方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された 2 つの積分値の座標値  $X_1, X_2, Y_1, Y_2$  を、または、第 2 の発明と同様の第 2 判断過程で X、Y 方向について、それぞれ前記スクライブライン幅に合致すると判断された 2 つの変曲点の座標値  $X_1', X_2', Y_1', Y_2'$

を用いた位置決め機構を備えた、例えば各種の特性測定装置に適用することができる。

第 1 図において、符号 W は表面にスクライブラインが形成された半導体ウエハなどの基板である。基板 W は直交する 2 方向 (X、Y 方向) に水平移動する XY ステージ 1 上に載置されている。符号 2 は、基板 W に対向配置された対物レンズであり、光源 3 から照射された照明光はハーフミラー 4 および対物レンズ 2 を介して基板 W 上に落射される。基板 W からの反射光は対物レンズ 2、ハーフミラー 4 を介してハーフミラー 5 に入射し、その一部は反射されてテレビカメラ 6 に入射して基板 W の表面が拡大撮像される。前記光源 3、ハーフミラー 4、対物レンズ 2 およびハーフミラー 5 からなる一連の光学手段で落射顕微光学系を構成する。なお、本発明に係る方法を実施するに要する光学系は第 1 図示の構造に限定されるものではなく、落射顕微光学系を構成するものであればよい。

基板 W の表面の多階調画像は、後述する位置合わせ処理を行う画像処理ユニット 7 を介して CR

## 特開平4-50709(7)

T 8 に与えられて、基板 W の表面の拡大画像が映し出される。画像処理ユニット 7 は、基板 W のスクライブラインの交差領域の中央位置を検出した後、CRT 8 上に基板 W の画像に重畳して映し出されている膜厚測定スポットと、前記交差領域の中央位置とのズレ量だけ、XY ステージ駆動回路 9 を介して XY ステージ 1 を移動させて、前記膜厚測定スポットをスクライブラインの交差領域の中央（重心）に位置合わせする。

このように位置合わせされた後、基板 W の膜厚測定スポットからの反射光が、対物レンズ 2、ハーフミラー 4、5 を介して分光器 10 に入射して、膜厚測定が行われる。

以下、第 2 図のフローチャートを参照して、本実施例におけるスクライブライン交差領域の位置検出動作について説明する。

ステップ S 1 : まず、テレビカメラ 6 によって撮像された基板 W のスクライブライン交差領域の拡大多階調画像が画像処理ユニット 7 に取り込まれる。この画像処理ユニット 7 に取り込まれた画

像は、前記したように落射顕微光学系を介して撮影された画像であるため、基板 W におけるスクライブラインのエッジの階調値が小さい。

これは、基板表面において、スクライブラインの領域とパターン領域との高低差による段差のため、スクライブラインのエッジは、基板表面に対して傾斜しているため、対物レンズ 2 から出射された基板 W を照明する光は、スクライブラインのエッジでは、対物レンズ 2 の入射角の外へ反射してしまうので、テレビカメラ 6 へは向かわないからである。

なお、虫めがねで基板表面を観察した場合や、自然光で基板表面を撮影した場合には、広範囲な向きからの光で基板が照明されるので、スクライブラインのエッジだけが暗く（小さな階調値で）見えたり撮影されると言ったことはない。本発明において、前記したようにスクライブラインのエッジで階調値が小さい画像で撮影されるのは、本発明では、落射顕微光学系で基板表面を撮影するからである。

第 3 図の(a)は画像処理ユニット 7 に取り込まれて CRT 8 に映し出された多階調画像を示している。このとき、スクライブライン SX、SY が、CRT 画面の XY 方向（CRT 画面にカーソル表示されている）に略一致するように、予め XY ステージ 1 の位置合わせが行われている。

ステップ S 2 : ここでは、画像処理ユニット 7 に取り込まれた多階調画像を処理することによって、スクライブライン SY の位置検出を行う。本ステップ S 2 の具体的な処理は以下のとおりである。

ステップ S 2<sub>1</sub> : 第 3 図(a)に示すように、この図の左上端を原点 (0, 0) とすると、Y=0 の X 方向の直線上に並んだ各画素  $L_{x0}$ 、 $L_{x1}$ 、…、 $L_{x255}$  を起点として、各々 Y=0 から Y=239 まで延びる Y 方向と平行な 256 本の画素列の各々について階調値を積分（積算）する。第 3 図(a)はこのようなして得られた、Y 方向階調積分値の分布図である。同図において、縦軸は最大の積分値を「1.0」に置き換えて換算した積分値を示し

ている。

ステップ S 2<sub>2</sub> : ステップ S 2<sub>1</sub> で得られた積分値群を、最小値を示す積分値から順に、その座標とともに並べ換え（ソーティング）を行う。このステップ S 2<sub>2</sub> は、本発明における最小値検出過程に相当する。なお、第 4 図は、ソーティングされた積分値データの一例を示している。第 4 図において、積分値はステップ S 2<sub>1</sub> の変換（最大値を「1.0」と置き換えて換算すること）を行っていない生データを示している。上述したように、落射照明によって基板 W の表面を撮像するとスクライブラインのエッジ（第 3 図(a)に示した  $L_{x1}$ 、 $L_{x2}$  に沿ったライン）は暗くなるので、前記  $L_{x1}$ 、 $L_{x2}$  のライン近傍の積分値は、他のラインの積分値に比べて小さくなる。

ステップ S 2<sub>3</sub> : ステップ S 2<sub>2</sub> でソーティングした結果に基づき、次式①に示すように、積分値が最小値を示す座標  $X_{n=0}$ （第 4 図では  $n=0$  にあたる X 座標「141」）から、次に小さな積分値をもつ座標値を順に差し引き、座標  $X_{n=1}$  との



間隔 $W_n$ を算出する。

$$W_n = |X_{n+1} - X_n| \quad \dots\dots ①$$

ここで、 $n = 1, 2, 3, \dots$ である。

第4図に、このようにして求められた間隔 $W_n$ を示す。

ステップS2：ステップS2で算出された間隔 $W_n$ が、予め定められたスクライプラインSYの幅に合致するかどうかを判断する。ここでは、ステップSYの幅に対して±5%の範囲内であれば合致するものとし、合致するものが複数個ある場合には、最も近いものを選択する。スクライプラインSYの幅に合致する間隔 $W_n$ が検出されない場合には、エラー表示を行う。

ステップS2：スクライプラインSYの幅と合致した間隔が選択されると、それに対応するX座標 $X_1 (= X_{n+1})$ 、 $X_2$ を記憶しておく。上記座標 $X_1$ 、 $X_2$ はスクライプラインSYのエッジの位置座標に相当している。

ステップS3：以上のようにして、ステップS2でスクライプラインSYの位置座標が求まると、

$$G_y = \frac{Y_1 + Y_2}{2} \quad \dots\dots ②$$

ステップS5：スクライプラインSY、SXの交差領域の中心座標 $G_x$ 、 $G_y$ が算出されると、CRT8に映し出されている測定スポットMPと中心Gとのズレ量を算出し、測定スポットMPが中心Gに一致するように、XYステージ駆動回路9を介してXYステージ1を移動させる。

以上の処理によって測定スポットMPの位置合わせが完了し、その点の膜厚測定が行われる。

## 第2実施例

本実施例の特徴は、第5図に示したフローチャートのステップS6、S7にあり、その他の画像取り込み処理(ステップS1)、交差領域の位置検出処理(ステップS4)、測定スポットMPの移動処理(ステップS5)は、第1実施例と同様であるから、ここでの説明は省略する。

以下、ステップS6、S7の処理について詳細に説明する。

ステップS6：第1実施例のステップS2、

## 特開平4-50709(8)

同様にしてスクライプラインSXの位置座標を求める。第3図の(c)は、 $X = 0$ のY方向の直線上に並んだ各画素 $L_{v,0}$ 、 $L_{v,1}$ 、 $\dots$ 、 $L_{v,255}$ を起点として、各々 $X = 0$ から $X = 255$ まで延びるX方向と平行な240本の画素列の各々について階調値を積分した各積分値の分布を示し、図中、 $Y_1$ 、 $Y_2$ はこのステップS3で求められたスクライプラインSXのエッジの位置座標である。

ステップS4：ステップS2、S3で求められたスクライプラインSY、SXのエッジの座標値 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $Y_1$ 、 $Y_2$ から、X方向とY方向のスクライプラインのエッジの交点の座標 $(X_1, Y_1)$ 、 $(X_2, Y_1)$ 、 $(X_1, Y_2)$ 、 $(X_2, Y_2)$ が求められ、かかる4つの座標位置を、スクライプラインの交差領域の4つの角の位置として検出し、続いて、次式③、④に基づいて、スクライプラインSY、SXの交差領域の中心Gの座標 $G_x$ 、 $G_y$ を算出する。

$$G_x = \frac{X_1 + X_2}{2} \quad \dots\dots ③$$

と同様にX方向に並んだ各画素列について各々Y方向に積分処理を行う。第6図(a)は基板Wのスクライプライン交差領域の拡大画像、同図(b)は各画素列のY方向積分値の分布図である。

ステップS6：ステップS6で得られた積分値に対してそれぞれ微分処理を行う。ここでは、各微分値の絶対値の平均DAを算出しておき、±DA以下の微分値を無視することによって、後の変曲点検出処理の効率を上げている。第6図(c)は同図(b)に示した積分値を微分処理した結果を示した微分値分布図である。また、第7図はこのように処理によって得られた微分値データとそれに対応する座標値の一列を示している。

ステップS6：ステップS6で得られた微分処理の結果に基づき、その間の画素数が、スクライプラインのエンジ幅に対応する画素数(例えば10画素)以内にある正負の最大微分値を、一対の変曲点として採用する。このような変曲点を2組検出して、これらの正負の変曲点の座標値の中間点をスクライプラインSYのエッジの座標 $X_1$ 、

、 $X_2$ とする(第7図参照)。

ステップS6、～S6'：第1実施例のステップS2、～S2'と同様に、エッジ間距離の算出、ライン幅の合致の判断、 $X_1$ 、 $X_2$ 座標の記憶を行う。

ステップS7：ステップS6と同様にして、スクライブラインSXの位置座標 $Y_1$ 、 $Y_2$ を求める。第6図(c)はY方向に並んだ各画素列のX方向積分値の分布図、同図(d)はその微分値の分布図である。

以下、ステップS4でスクライブラインSY、SXの交差領域の中心座標値算出、ステップS5で測定スポットMPPの移動(位置合わせ)が行われる。

本実施例によれば、ステップS6'で得られた積分値をさらに微分処理して変曲点を求め、その変曲点の座標値からスクライブラインSY、SXの交差領域の位置を求めているので、第1実施例よりも処理数が増えるものの、精度のよいスクライブラインの検出を行うことができる。

た積分値を2値化処理する。第9図(c)は、同図(b)に示した積分値を閾値TH<sub>v</sub>で2値化処理した結果を示している。

ステップS8：第9図(c)に示した2値化波形の中で、凹形を示す部分(同図中に符号A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>で示した部分)の中心座標 $X_1$ 、 $X_2$ を求め、これらの座標値 $X_1$ 、 $X_2$ から間隔W<sub>1</sub>を算出する。

ステップS8'、S8''：第1実施例のステップS2'、S2''と同様にライン幅の合致の判断、および座標値 $X_1$ 、 $X_2$ を記憶する。

ステップS9：ステップS8と同様にして、スクライブラインSXの位置座標 $Y_1$ 、 $Y_2$ を求める。第9図(c)はY方向に並んだ画素列の積分値の分布図、同図(d)は同図(c)の積分値を閾値TH<sub>v</sub>で2値化された2値化データの分布図である。

以下、ステップS4でスクライブラインSY、SXの交差領域の位置検出、ステップS5で測定スポットMPPの移動(位置合わせ)が行われる。

#### 第4実施例

本実施例の特徴は、第10図に示すように、第1

### 特開平4-50709 (9)

#### 第3実施例

本実施例の特徴は、第8図に示したフローチャートのステップS8、S9にある。

以下、ステップS8、S9の処理について詳細に説明する。

ステップS8<sub>1</sub>：第1実施例のステップS2<sub>1</sub>と同様にX方向に並んだ各画素列について各々Y方向の積分処理を行う。第9図(a)は基板Wのスクライブライン交差領域の拡大画像、同図(b)は各画素列のY方向積分値の分布図である。

ステップS8<sub>2</sub>：ステップS8<sub>1</sub>で得られた積分値群の中から最小の積分値 $I_{min}$ を検出する。

ステップS8<sub>3</sub>：この最小積分値 $I_{min}$ と、最大値(ここでは、「100」に設定している)との相対比から、次式④により閾値THを算出する。

$$TH = I_{min} + \sqrt{100 - I_{min}} (\%) \cdots \cdots ④$$

すなわち、最大の積分値に対してTH%のところに閾値TH<sub>v</sub>を設定する。

ステップS8<sub>4</sub>：上述のようにして求められた閾値TH<sub>v</sub>を使って、ステップS8<sub>1</sub>で求められ

実施例に示した積分値の最小値検出に基づくスクライブラインの検出手法と、第2実施例に示した積分値の変曲点検出に基づくスクライブラインの検出手法とを組み合わせた点にある。

すなわち、積分値の最小値検出に基づくスクライブラインの検出において、算出された $X_1$ 、 $X_2$ の間隔W<sub>1</sub>が予め定められたスクライブラインSYのライン幅に合致しない場合は、ステップS2<sub>1</sub>からステップS6'のステップS6<sub>1</sub>～S6<sub>1'</sub>に進んで、積分値の変曲点を検出することに基づく手法、すなわち、前者よりも精度の高いスクライブライン検出手法でスクライブラインSYの位置検出を行い、この手法によってもスクライブラインSYが検出されない場合にエラー表示を行うようにしている。同様に、積分値の最小値検出に基づいてスクライブラインSXの位置検出ができない場合には、ステップS3<sub>1</sub>からステップS7'に進んで、ステップS6'と同様の積分値の変曲点検出に基づくスクライブラインSXの位置検出を行う。

以上の何れかの手法でスクライブラインSY、SXのエッジ座標 $X_1, X_2, Y_1, Y_2$ が検出された場合には、ステップS4、S5に進んで、スクライブラインSY、SXの交差領域の位置検出および測定スポットMPの移動による位置合わせを行うようにしている。

本実施例によれば、積分値の最小値検出に基づいてスクライブラインの位置検出ができない場合にのみ、処理過程が多少複雑であるが精度の高い変曲点検出に基づくスクライブラインの位置検出を行うようにしているので、より実用的なスクライブラインの検出を行うことができる。

なお、前記第1実施例のステップS2、や、前記第2実施例のステップS6、第3実施例のステップS8、第4実施例のステップS2、で得られた積分値群の各種積分値に、移動平均処理を行ってもよい。そのようにすることによって、スクライブライン交差領域の検出には関係ない積分値相互間での細かな変化を除去して大きな変化を強調できる。

を用いた場合には、最小値の代わりに最大値を検出すればよいことは自明であり、両者は技術的に等価であるから、後者の場合も本発明に含まれる。

#### <発明の効果>

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、スクライブラインが形成された基板を、落射顕微光学系で撮影するので、撮影された画像におけるスクライブラインのエッジ部分は階調値が小さくなり、そのように撮影された基板の多階調画像データをX、Y方向についてそれぞれ積分処理し、その積分値を利用して、

第1の発明は最小値を検出することに基づき、

第2の発明は積分値の変曲点を検出することに基づき、

第3の発明は積分値の最小値に関連して閾値を決定して2値化された積分値群を得ることにより、

第4の発明は積分値の最小値検出によってスクライブラインが検出できない場合に、積分値の変曲点検出を行うことにより、

それぞれスクライブラインの交差領域の位置を

### 特開平4-50709 (10)

また、上記各実施例では、本発明に係る方法を利用した膜厚測定装置が、スクライブライン交差領域の中心の位置Gを測定対象としているため、スクライブライン交差領域の位置に基づいて、スクライブライン交差領域の中心の位置Gを算出したが、例えば、かかる位置Gとは別の位置が測定対象である場合には、前記式②や③の代わりに、そのような測定対象位置とスクライブライン交差領域との位置関係を規定した別の計算式を用いて、本発明に係る方法で位置検出されたスクライブライン交差領域の位置に基づいて算出すればよい。

このように本発明は、スクライブライン交差領域の中心を検出するのに限定されるものではなく、かかる中心位置のような所要位置を算出する元となるスクライブライン交差領域の位置を検出するものである。

前記各実施例において、階調値の最小値を検出するとしているのは、階調値として例えば明るさ、すなわち撮像位置でキャッチした光強度を用いた場合のことであり、階調値として、例えば濃度値

検出するようにしているので、従来のモード法を用いての2値化処理に基づく方法のようにスクライブラインの検出自体が出来ないためにスクライブラインの交差領域の位置検出が不能になるといことがなく、表面状態が多様な基板に対して、スクライブラインの交差領域の位置検出を精度よく行うことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第4図は本発明の第1実施例に係り、第1図は各実施例に共通に使用される膜厚測定装置の概略構成を示したブロック図、第2図は第1実施例の動作フローチャート、第3図は多階調画像データの積分処理の説明に供する模式図、第4図はソーティングされた積分値データの模式図である。

第5図は第2実施例の動作フローチャート、第6図は多階調画像データの積分処理および変曲点検出処理の説明に供する模式図、第7図は変曲点検出に利用される微分値データの模式図である。

第8図は第3実施例の動作フローチャート、第

## 特開平4-50709 (11)

9図は多段階画像データの積分処理およびその2値化処理の説明に供する模式図である。

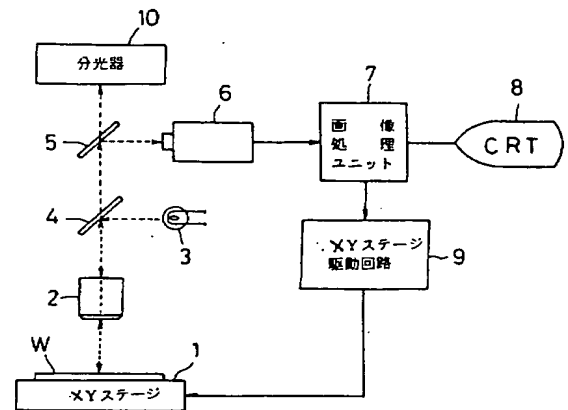
第10図は第3実施例の動作フローチャートである。

第11図ないし第13図は従来方法の説明に係り、第11図は基板上のスクライブラインの交差領域を拡大撮像した状態を示した図、第12図は第11図の画像の階調値ヒストグラムの一例を示した図、第13図は従来例の問題点の説明に供する階調値ヒストグラムを示した図である。

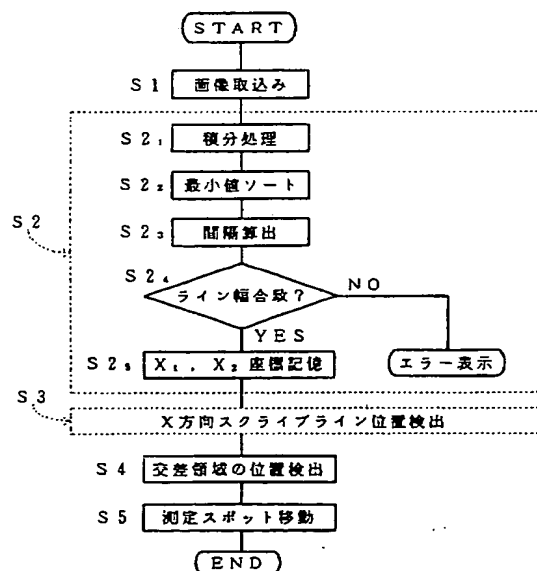
- W…基板 1…XYステージ  
2…対物レンズ 3…光源  
4, 5…ハーフミラー 6…テレビカメラ  
7…画像処理ユニット 8…CRT  
9…XYステージ駆動回路  
10…分光器

出願人 大日本スクリーン製造株式会社  
代理人 弁理士 杉 谷 勉

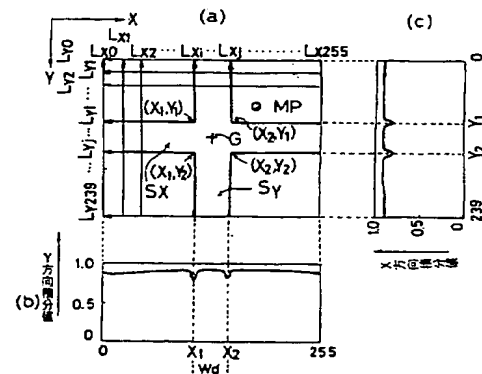
第 1 図



第 2 図



第 3 図

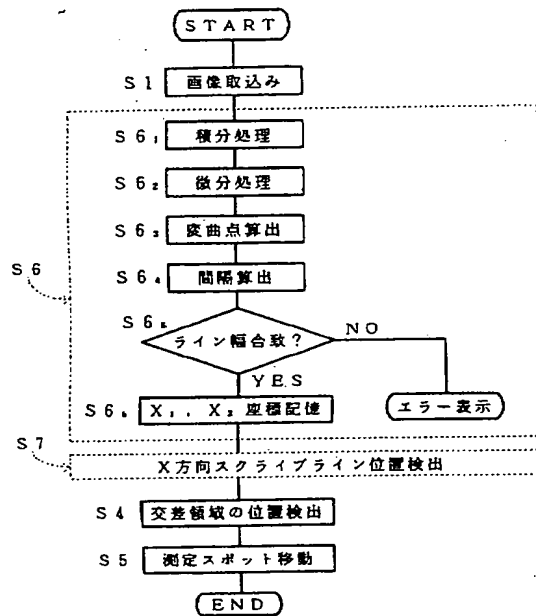


第 4 図

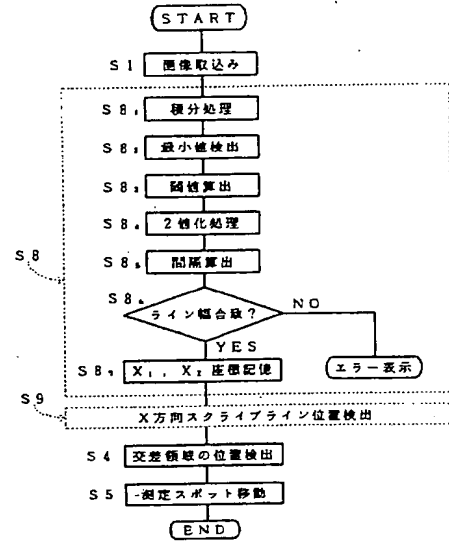
n	積分値	X座標	間隔Wd
0	38122	141 (X <sub>ave</sub> )	
1	38175	103	38
2	38215	104	39
3	38220	140	1
4	38294	142	1

特開平4-50709(12)

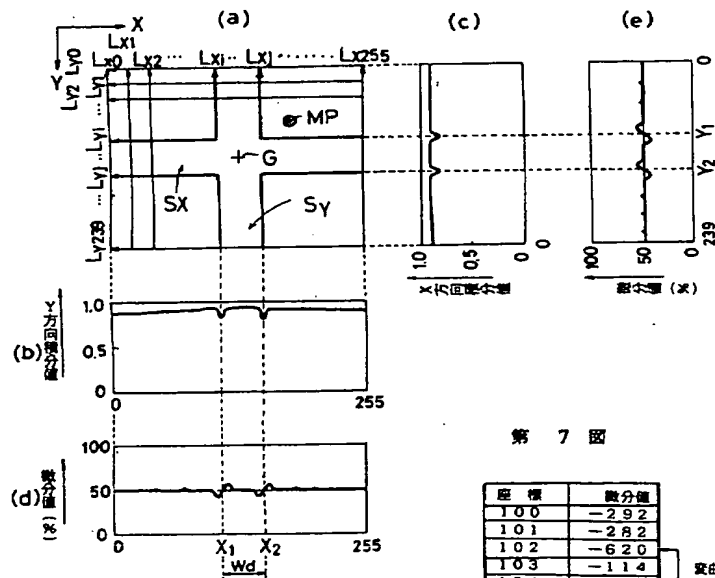
第5図



第8図



第6図



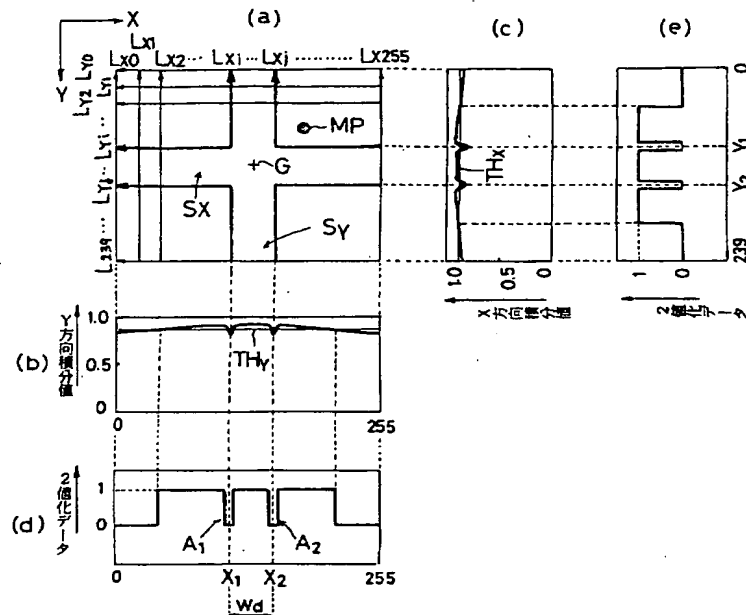
第7図

座標	微分値
100	-292
101	-282
102	-620
103	-114
104	40
105	599
106	431
107	296

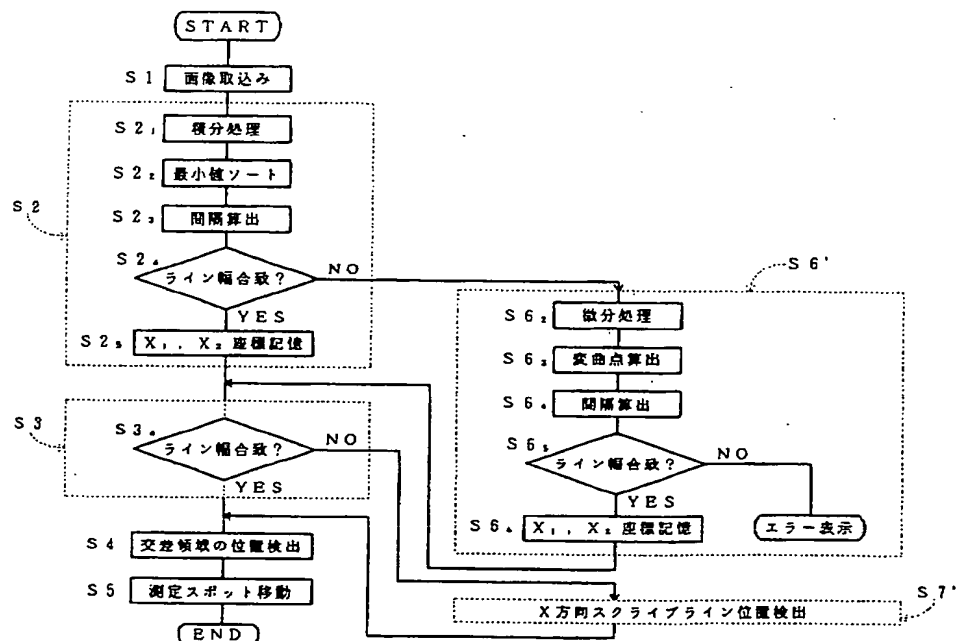
変曲点  
(エッジ座標)  
(103, 5)

特開平4-50709(13)

第 9 図

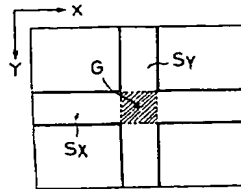


第 10 図

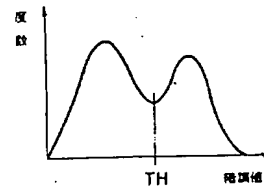


特開平4-50709 (14)

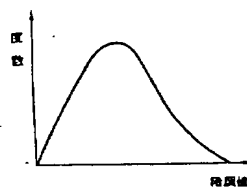
第 11 圖



第 12 圖



第 13 圖 (a)



第 13 圖 (b)

